

***Дисциплина***

*Математическое моделирование  
объектов и систем управления*

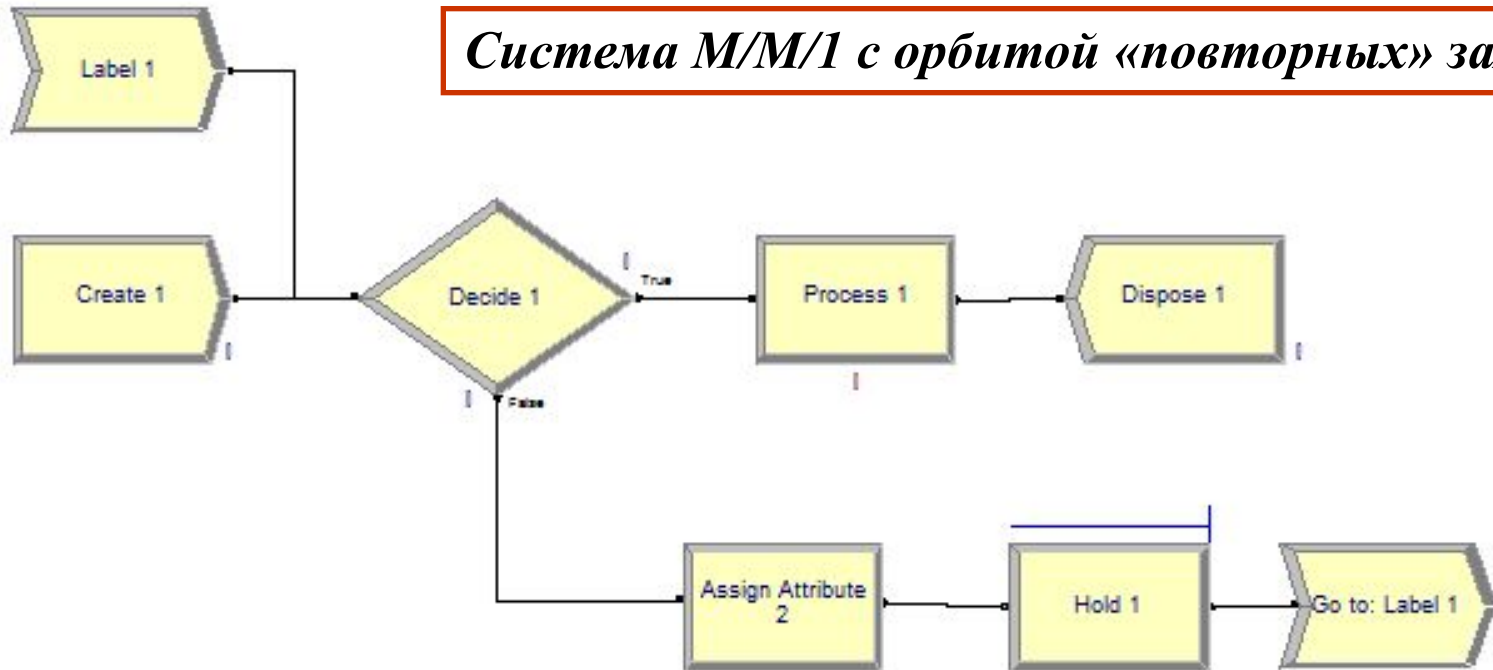
# Изучение модели СМО с повторными заявками в Rockwell Arena

*Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ*

*Владимир Андреевич Фаерман*



## Система М/М/1 с орбитой «повторных» заявок



*Decide* – проверка того, свободен ли ресурс.

*Assign Attribute* – установление атрибута *времени до повторного обращения*.

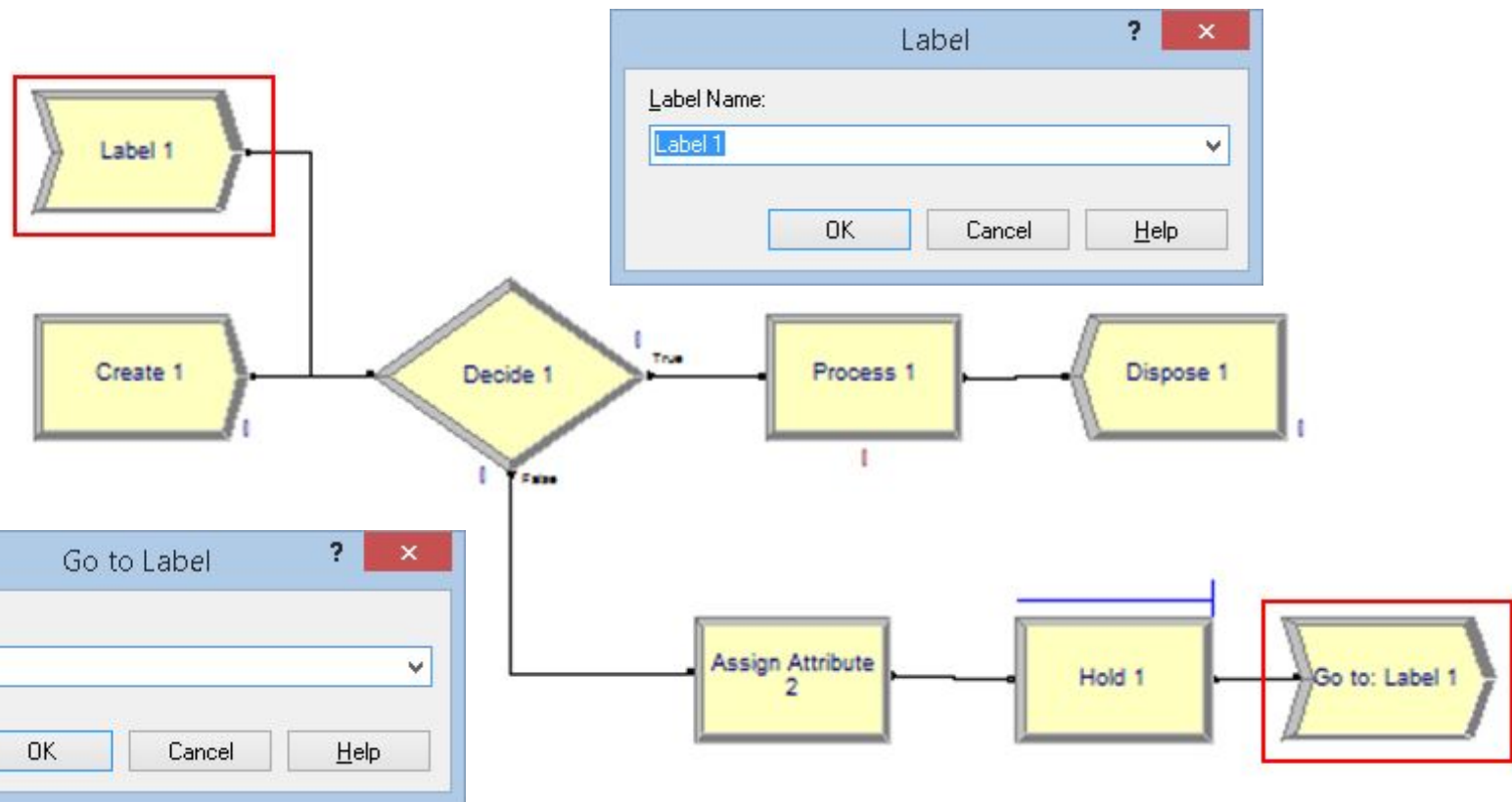
# Блок Assign Attribute

*Блок, который позволяет менять атрибут у любой сущности в системе*

The image shows two overlapping dialog boxes from a software application. The background dialog is titled "Assign Attribute" and has a "Name:" field containing "Assign Attribute 2". Below it is the "Attribute Assignments:" section, which contains a list with "Active Entity, T\_RETRY, . . . EXPO (200) + TNOW" selected. An "Add..." button is visible to the right of the list. The foreground dialog is titled "Attribute Assignments" and has a "Type:" dropdown set to "Active Entity". It features three input fields: "Attribute Name:" with "T\_RETRY", "Row:" (empty), and "Column:" (empty). The "New Value:" field contains "EXPO (200) + TNOW". At the bottom of this dialog are "OK", "Cancel", and "Help" buttons.

Задаётся величина *MRT*. В данном случае, можно использовать *Assign*.

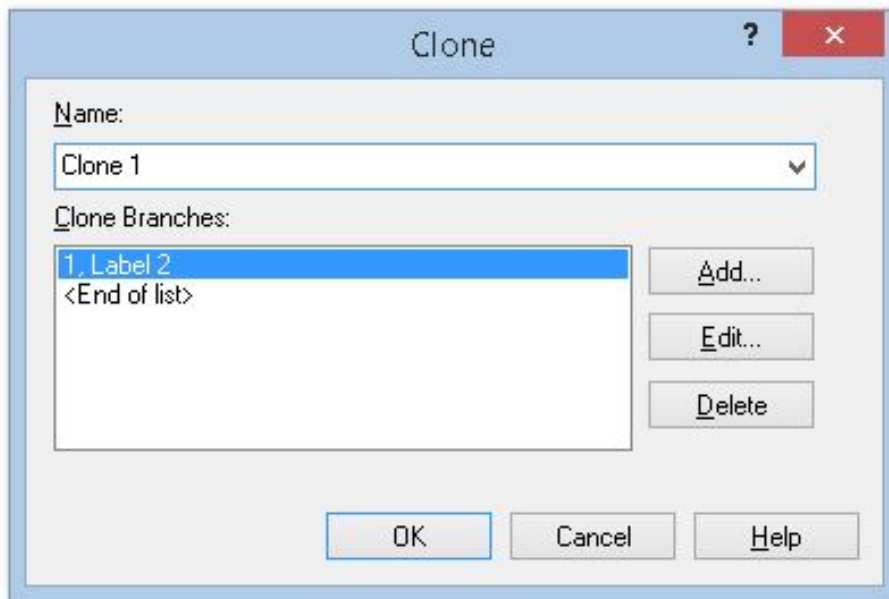
# Пара Label – Go to Label



*Пара Go to Label и Label* – являются эквивалентом соединения на схеме. Позволяют разгрузить схему и упростить её восприятие. Имена связанных блоков должны соответствовать.

# Дублирование заявок

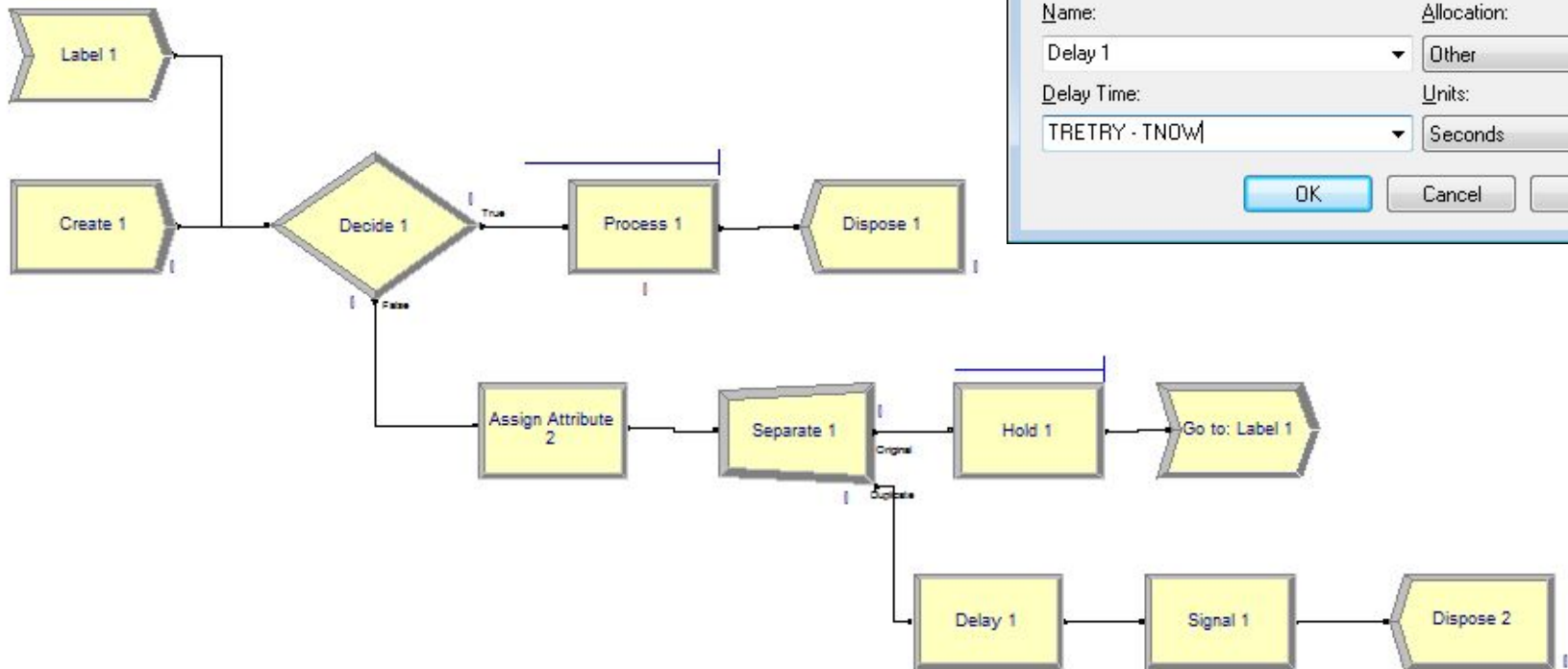
Для дублирования заявок можно использовать блок **Separate** (как в предыдущей лабораторной работе), а также блок **Clone** (в сочетании с метками). Настройка блока **Separate** описана в презентации по ЛБЗ.



**Clone Branches** – список меток, на которые поступит заявка (также указывается количество копий).

В случае, если используется блок **Clone** – необходимо установить метку **Label 2** в том месте, куда должна быть направлена копия

Блок **Clone** позволяет направить вошедшую в него заявку по нескольким адресам. При этом создаются копии заявок (следовательно статистика по сущностям искажается).



**Delay** – задержка заявки до наступления момента повторного обращения.

**Signal** – отправка на блок Hold команды отпустить 1 заявку.

**Separate** – создание дубликата заявки.

# Блок Signal

## Блок Separate

Separate

Name: Separate 1 Type: Duplicate Original

Percent Cost to Duplicates (0-100): 0 # of Duplicates: 1

OK Cancel Help

## Блок Signal

Signal

Name: Signal 1

Signal Value: 1 Limit: 1

OK Cancel Help

## Блок Hold

Hold

Name: Hold 1 Type: Wait for Signal

Wait for Value: 1 Limit: 1

Queue Type: Queue

Queue Name: Hold 1.Queue

OK Cancel Help

*В настройках – количество сущностей, которые могут быть отпущены из очереди при генерации сигналов.*

*Signal Value и Wait for Value – ДОЛЖНЫ совпадать!*

# Настройка очереди

***Basic Process => Queue***

Queue - Basic Process					
	Name	Type	Attribute Name	Shared	Report Statistics
1 ▶	Hold 1.Queue	Lowest Attribute Value	TRETRY ▼	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Process 1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Batch 1.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row

***Type*** – политика организации очереди (по умолчанию *First In First Out*)  
***Lowest Attribute Value*** – очередь сортируется по возрастанию значения атрибута (времени выхода из системы)

***Данная мера обеспечивает выход заявок с орбиты в правильной последовательности.***



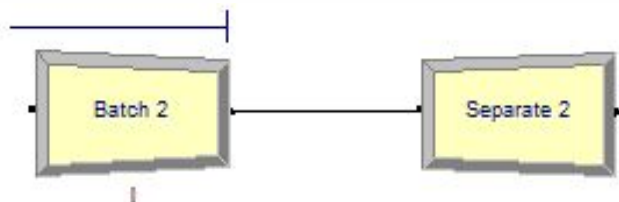
*Дублирование заявок – искажает статистику по заявкам, для того, чтобы этого избежать введём дополнительный тип заявок.*

*Basic Process => Entity*

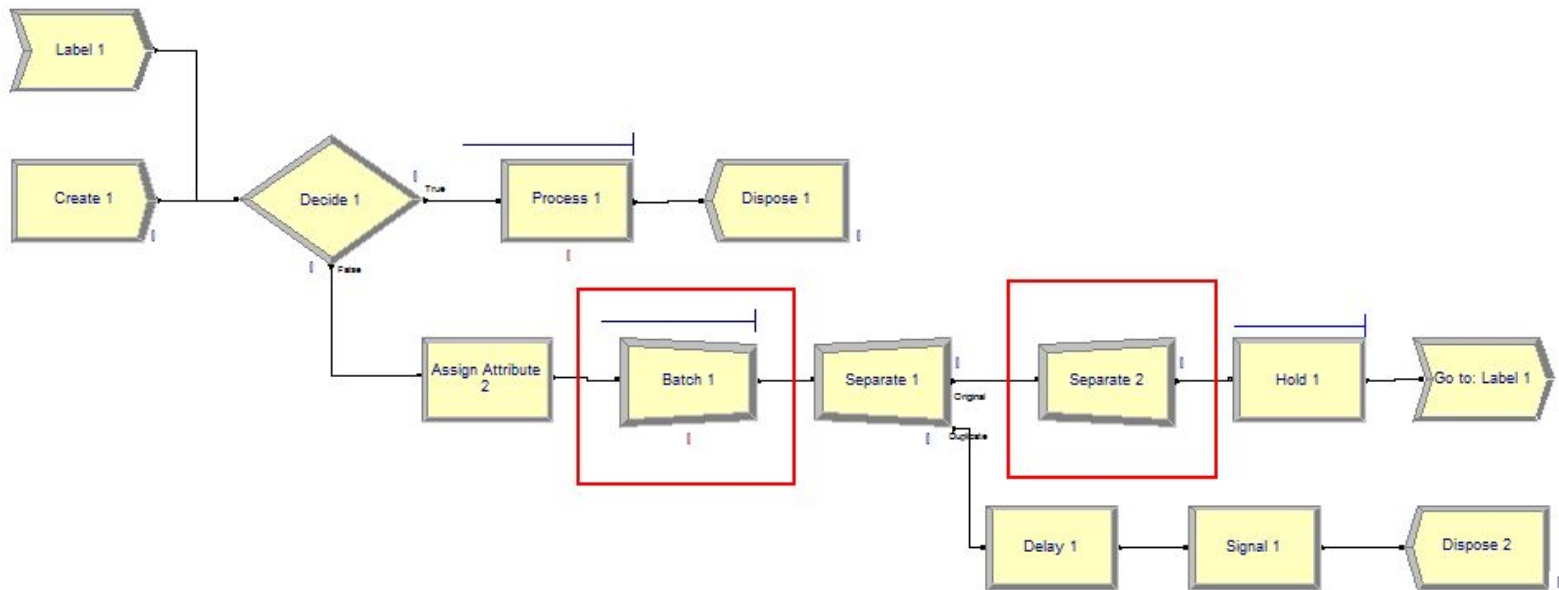
Entity - Basic Process									
	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost	Initial NVA Cost	Initial Waiting Cost	Initial Tran Cost	Initial Other Cost	Report Statistics
1	Entity 1	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>
2 ▶	Entity 2	Picture.Report	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.

*Для того, чтобы обратимо изменить тип заявки в тех частях системы, в которых их пребывание лишено физического смысла будем использовать пару блоков **Batch – Separate**. Расположены в **Advanced Processes**.*



# Дополнительный тип заявок



**Batch**

Name:  Type:

Batch Size:  Save Criterion:

Rule:

Representative Entity Type:

OK Cancel Help

**Separate**

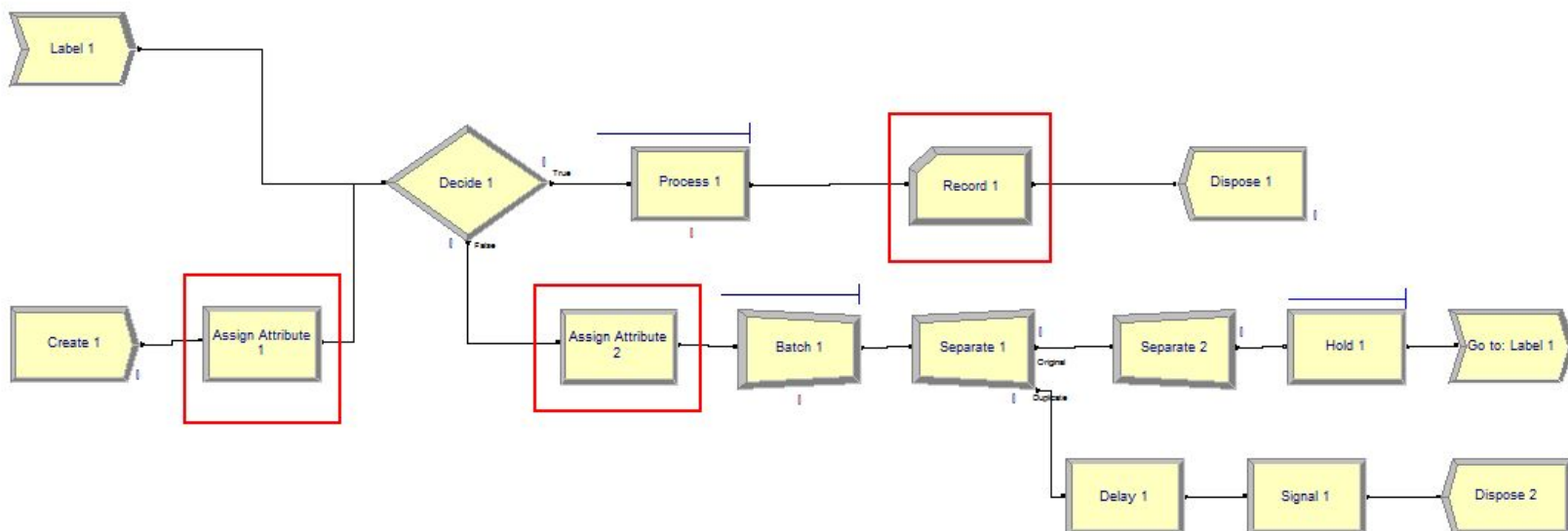
Name:  Type:

Member Attributes:

OK Cancel Help

# Сбор дополнительной статистики

*Определение числа попыток повторного обращения к серверу*



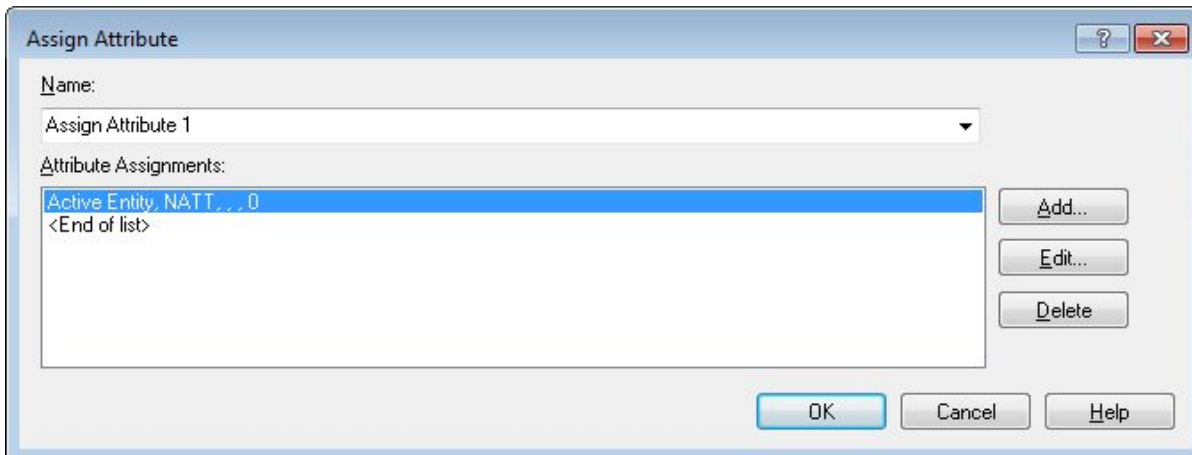
*Assign Attribute 1* – инициализирует атрибут – число попыток повторных обращений (*NATT*)

*Assign Attribute 2* – инкриминирует число повторных обращений *NATT*

*Record 1* – собирает и выводит статистику по числу попыток

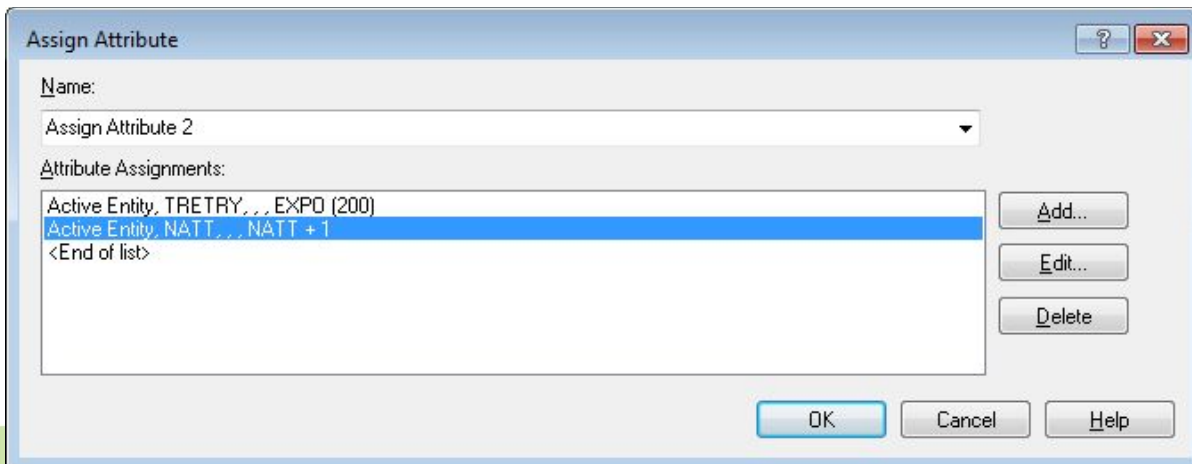
*Самостоятельно добавить учёт заявок занявших сервер с первой попытки!*

## Блок *Assign Attribute 1*



The screenshot shows a dialog box titled "Assign Attribute". At the top right are help and close buttons. Below the title bar is a "Name:" label followed by a dropdown menu containing "Assign Attribute 1". Underneath is the "Attribute Assignments:" label and a list box. The list box contains one item, "Active Entity, NATT, . . . 0", which is highlighted in blue. Below the list box are three buttons: "Add...", "Edit...", and "Delete". At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

## Блок *Assign Attribute 2*



The screenshot shows a dialog box titled "Assign Attribute". At the top right are help and close buttons. Below the title bar is a "Name:" label followed by a dropdown menu containing "Assign Attribute 2". Underneath is the "Attribute Assignments:" label and a list box. The list box contains two items: "Active Entity, TRETREY, . . . EXPO (200)" and "Active Entity, NATT, . . . NATT + 1", with the second item highlighted in blue. Below the list box are three buttons: "Add...", "Edit...", and "Delete". At the bottom of the dialog are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

# Блок Record

## Настройки блока Record

Record

Name: Record 1

Statistic Definitions:

Expression, NATT, Yes, Tally Set 1, 1  
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

Statistic Definition

Type: Expression

Type NOTE: Records the Value specified for the Tally Name specified

Value: NATT  Record into Set

Tally Set Name: Tally Set 1 Set Index: 1

OK Cancel Help

## Настройки модуля Tally Set

### Statistics => Tally

Project Bar

- Basic Process
- Advanced Process
- Advanced Transfer
- Flow Process
- Packaging
- Statistics

Timestamp WIP

Tally Counter

Output Time Persistent

### Basic Process => Set

Set - Basic Process

	Name	Type	Members
1	Tally Set 1	Tally	1 rows

Members

	Tally Name
1	Number of Attempts

Double-click here to add a new row.

*Number of Attempts –  
имя в отчёте*

*Использование Set не  
обязательно, но  
упрощает адресацию  
Tally из блока Record*

Tally - Statistics

	Name/Report Label	Output
1	Tally 1	
2	Number of Attempts	

Double-click here to add a new row.

# Параметры модели и сбор статистики

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время до очередного обращения	Среднее время обслуживания
Блок Create 1	Assign Attribute 2	Блок Process 1
Величина	В отчёте (Arena)	
Число заявок на орбите	<i>[Queue] Number Waiting (Average)</i>	
Среднее время ожидания обслуживания	<i>[Entity 1] Waiting Time (Average)</i>	
Средняя загрузка сервера	<i>[Resource] Number Busy (Average)</i>	
Среднее число попыток обращения к серверу (обслуженных заявок)	<i>Number of Attempts (Average)</i>	
Доля обслуженных заявок, занявших сервер с первой попытки	<i>NFA / NIN</i> <i>NIN – число входящих заявок</i> <i>NFA – число обслуженных, для которых NATT = 0</i>	

# Контроль по части 1

MTBA	MST	MTR
88	66	111

*10 репликаций по 200 часов.*

Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
Q	5.91	6.03
w	518.16	531
$\bar{n}$	0.7499	0.75
$N_{retry}$	4.652	-
$P_{w=0}$	0.254	0.25

# Гистограмма

*Гистограмма строится от не усреднённых величин*

*Число интервалов (# Cells) и диапазон изменения необходимо настраивать*

**Histogram** [?] [X]

Expression: NATT

Minimum: 0.0 Maximum: 5

# Cells: 10  Exterior Cells

Cumulative Line

Border:  
 None  
 Bounding Box  
 X-Y Axis

Transparent Background

Title:  
 Use Title  
Percent Height: 25.0 Vert. Alignment: Top Horiz. Alignment: Left  
Title Text: [ ] Font...

Area...  
Border...  
Bar...  
Bar Frame...  
Cumul. Line...

OK Cancel Help

**Histogram** [?] [X]

Expression: NQ (Hold 1.Queue)

Minimum: 0.0 Maximum: 10

# Cells: 10  Exterior Cells

Cumulative Line

Border:  
 None  
 Bounding Box  
 X-Y Axis

Transparent Background

Title:  
 Use Title  
Percent Height: 25.0 Vert. Alignment: Top Horiz. Alignment: Left  
Title Text: [ ] Font...

Area...  
Border...  
Bar...  
Bar Frame...  
Cumul. Line...

OK Cancel Help



# Способы сбора статистики

## *Tally* (счётная)

Определяется число  $N_i$  появления значения  $i$  за время моделирования.  
Среднее определяется как

Определяется число  $N_i$  появления значения  $i$  за время моделирования.  
Среднее определяется как

## *Time-Persistent* (взвешенная по времени)

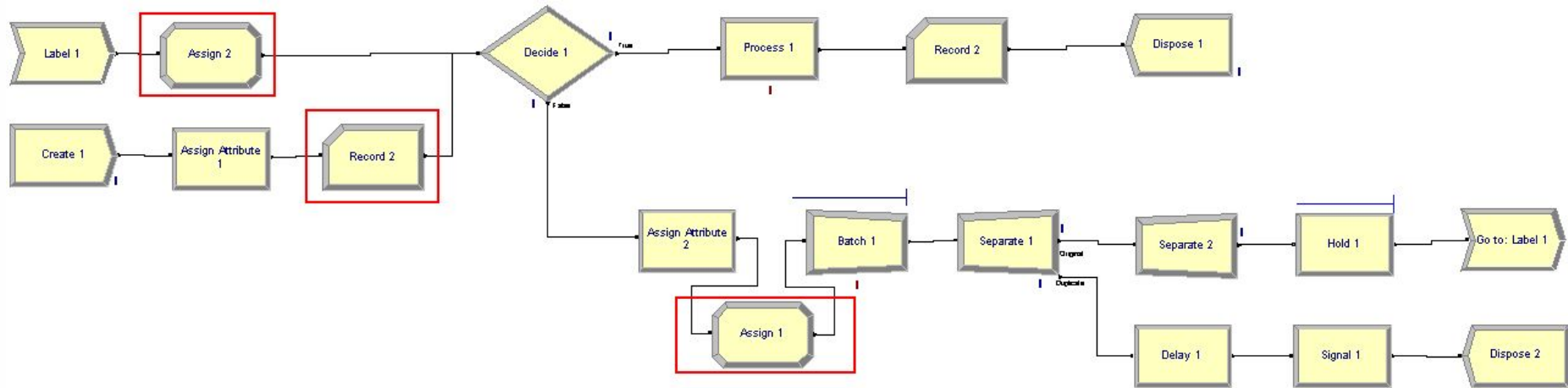
Определяется число  $N_i$  появления значения  $i$  за время моделирования.  
Среднее

Определяется число  $N_i$  появления значения  $i$  за время моделирования.  
Среднее определяется как

Определяется число  $N_i$  появления значения  $i$  за время моделирования.  
Среднее определяется как

Счётное усреднение (*Tally*) даёт ошибки при определении **средних значений параметров**, при наличии зависимости продолжительности наблюдения параметра от состояния системы. В связи с этим, необходимо производить усреднение через временные интервалы, длительность которых (или её распределение) не зависит от состояния модели.

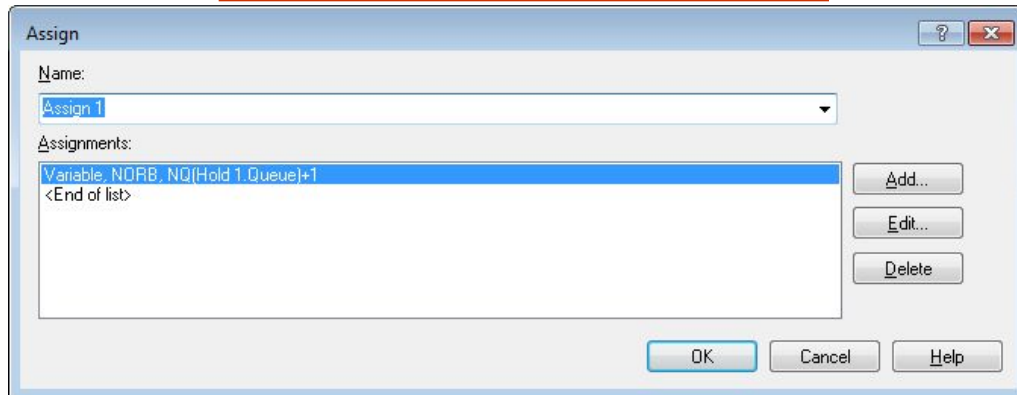
# Сравнение способов сбора статистики



*Record 2 – организует усреднение статистики Tally*  
*Assign 1, Assign 2 – меняет значение переменной, хранящей число заявок на орбите.*

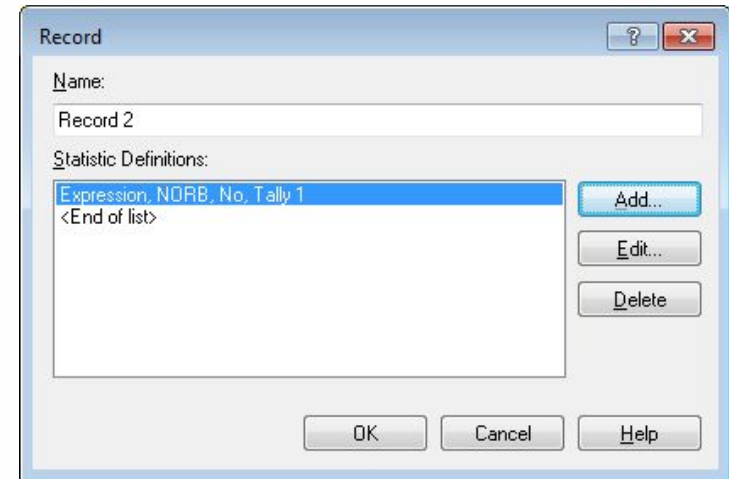
# Сравнение способов сбора статистики

## Assign 1



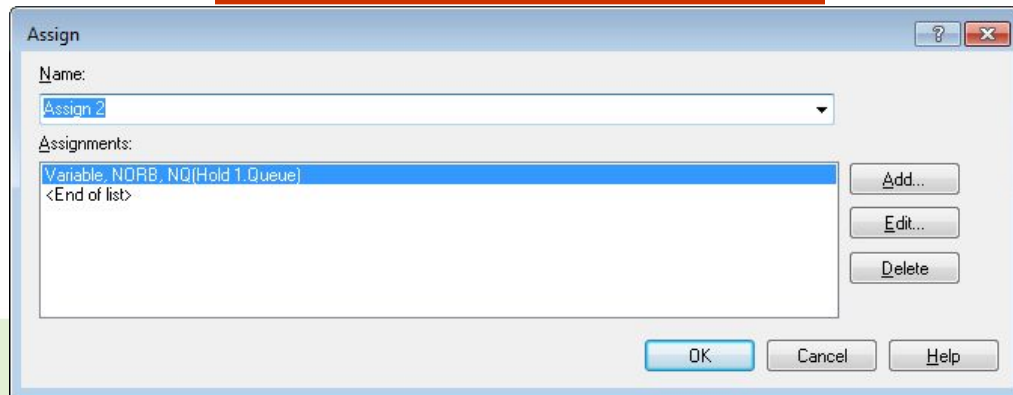
The 'Assign' dialog box shows the name 'Assign 1' in the dropdown menu. The 'Assignments' list contains the entry 'Variable, NORB, NQ(Hold 1.Queue)+1' and '<End of list>'. Buttons for 'Add...', 'Edit...', and 'Delete' are visible on the right side.

## Настройки блока Record 2

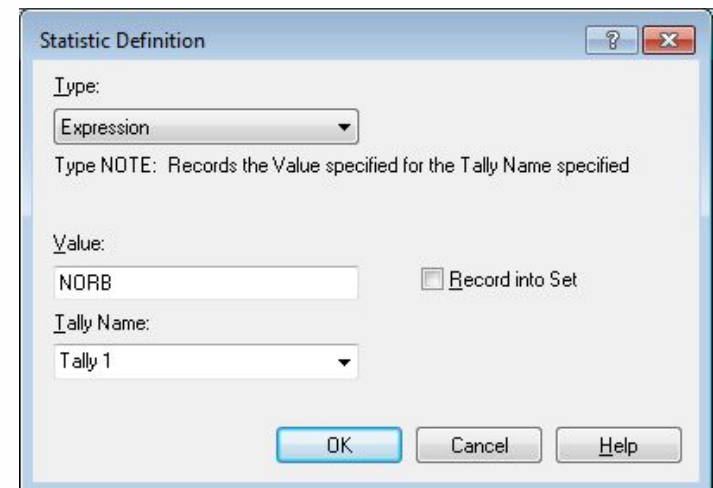


The 'Record' dialog box shows the name 'Record 2'. The 'Statistic Definitions' list contains the entry 'Expression, NORB, No, Tally 1' and '<End of list>'. Buttons for 'Add...', 'Edit...', and 'Delete' are visible on the right side.

## Assign 2

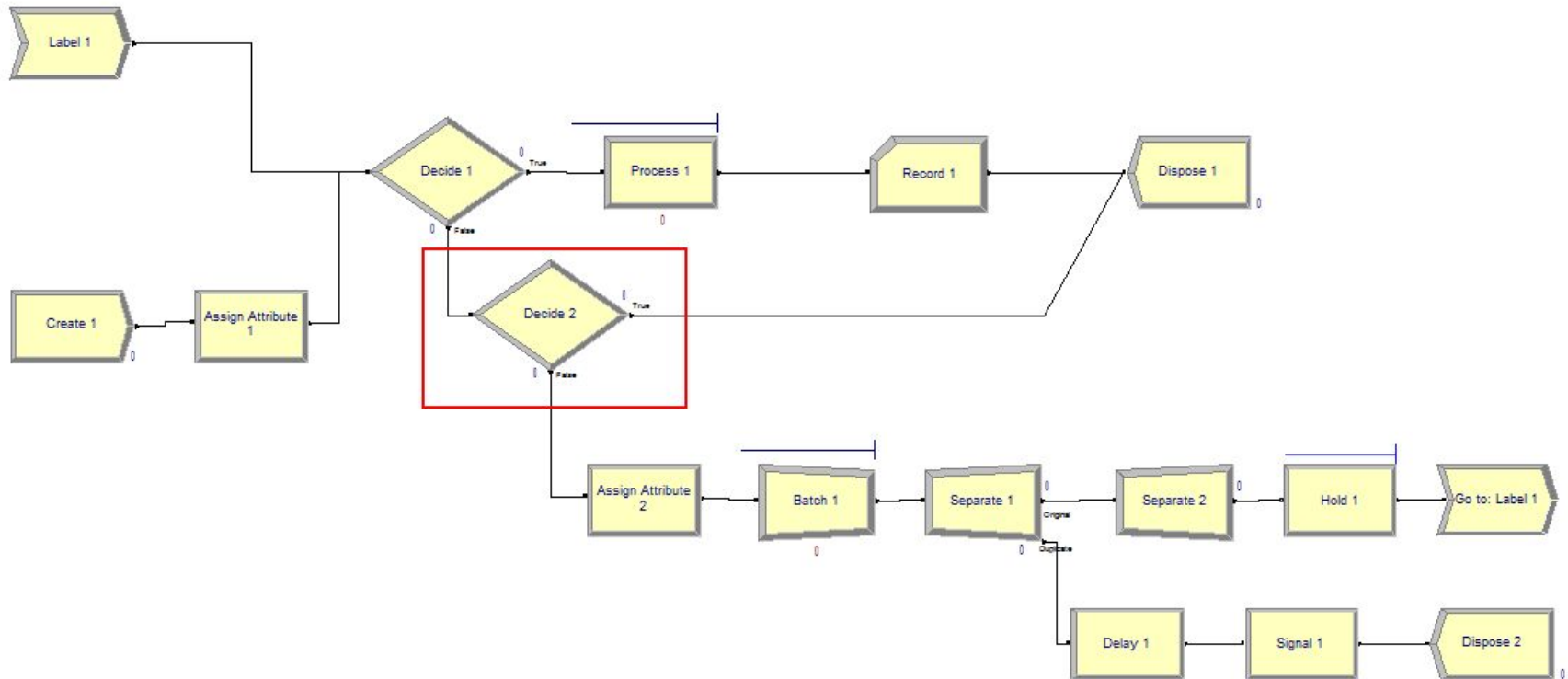


The 'Assign' dialog box shows the name 'Assign 2' in the dropdown menu. The 'Assignments' list contains the entry 'Variable, NORB, NQ(Hold 1.Queue)' and '<End of list>'. Buttons for 'Add...', 'Edit...', and 'Delete' are visible on the right side.



The 'Statistic Definition' dialog box shows the type 'Expression'. The 'Value' field contains 'NORB' and the 'Record into Set' checkbox is checked. The 'Tally Name' dropdown menu is set to 'Tally 1'.

# Система с «ненастойчивыми» заявками



*Decide 2* – определяет покинет ли заявка систему или предпримет очередную попытку. Здесь задаётся вероятность  $q$  выхода из системы необслуженной заявки.

# Сбор статистики по времени пребывания в системе

Record

Name:  
Record 1

Statistic Definitions:  
Expression, NATT, Yes, Tally Set 1, 1  
Time Interval, TArrival, Yes, Tally Set 1, 3  
<End of list>

Add...  
Edit...  
Delete

OK Cancel

*Определяет и усредняет разницу между текущим временем ( $TNOW$ ) и выбранным атрибутом заявки ( $TArrival$ ). Способ усреднения – **Tally**.*

*Запись в множество (**Set**) – используется для систематизации записей в отчёте*

Statistic Definition

Type:  
Time Interval

Type NOTE: Records the difference between the current simulation time and the time-stamped value stored in Attribute Name for the Tally Name specified

Attribute Name:  
TArrival  Record into Set

Tally Set Name: Set Index:  
Tally Set 1 3

OK Cancel Help

# Время пребывания заявки в системе

*Statistics => Tally*

Tally - Statistics		
	Name/Report Label	Output File
1	Tally 1	
2	Number of Attempts_served	
3	Number of Attempts_lost	
4	Time of life_lost	
5	Time of life_served	

Double-click here to add a new row.

*Basic Process => Set*

Set - Basic Process			
	Name	Type	Members
1	Tally Set 1	Tally	4 rows

Members	
	Tally Name
1	Number of Attempts_served
2	Number of Attempts_lost
3	Time of life_served
4	Time of life_lost

Double-click here to add a new row.

*Record 1*

Record

Name: Record 1

Statistic Definitions:

Expression, NATT, Yes, Tally Set 1, 1  
Time Interval, TArrival, Yes, Tally Set 1, 3  
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

*Record 2*

Record

Name: Record 2

Statistic Definitions:

Expression, NATT, Yes, Tally Set 1, 2  
Time Interval, TArrival, Yes, Tally Set 1, 4  
<End of list>

Add... Edit... Delete

OK Cancel Help

# Параметры модели и сбор статистики

Среднее время между поступлением заявок	Среднее время до очередного обращения	Среднее время обслуживания	Вероятность выхода из системы при отказе
Блок Create 1	Assign Attribute 2	Блок Process 1	Блок Decide 2

Величина	В отчёте (Arena)
Число заявок на орбите	<i>[Queue] Number Waiting (Average)</i>
Средняя загруженность сервера	<i>[Resource] Number Busy (Average)</i>
Среднее число попыток обращения к серверу (обслуженных и потерянных)	<i>Number of Attempts_served (Average)</i> <i>Number of Attempts_lost (Average)</i>
Доля обслуженных заявок, занявших сервер с первой попытки	$NFA / (NIN - NLOST)$ <i>NIN – число входящих заявок</i> <i>NFA – число обслуженных, для которых NATT = 0</i>
Доля потерянных заявок	$NLOST/NIN$ <i>NLOST – число потерянных заявок</i>

# Контроль по части 2

MTBA	MST	MTR	q
99	88	111	0.22

*10 репликаций по 200 часов.*

Величина	В отчёте (Arena)	Теоретически (Mathcad)
Q	1.2536	1.242
$\bar{n}$	0.6134	0.611
$P_{w=0}$	0.564	0.566
π	0.31	0.313
Nretry (lost)   Nretry (served)	1.3409   1.0138	-
v (lost)   v (served)	135.76   207.02	-



***Дисциплина***

*Математическое моделирование  
объектов и систем управления*

# Изучение модели СМО с повторными заявками в Rockwell Arena

*Ассистент каф. АиКС ИК ТПУ*

*Владимир Андреевич Фаерман*

